

⑫ 公開特許公報 (A)

平2-61572

⑬ Int. Cl. 5

G 01 R 33/06
G 01 D 5/18
G 11 B 5/39

識別記号

庁内整理番号

R
L6860-2C
7015-2F
7426-5D

⑭ 公開 平成2年(1990)3月1日

審査請求 未請求 請求項の数 10 (全5頁)

⑮ 発明の名称 強磁性薄膜を用いた磁場センサ

⑯ 特 願 平1-152456

⑰ 出 願 平1(1989)6月16日

優先権主張 ⑯ 1988年6月16日 ⑯ 西ドイツ(DE) ⑯ P38 20 475.4

⑯ 発明者 ベーテル・グリューン ドイツ連邦共和国、ユーリツヒ、AINシュタインストラ
ベルク ハーゼ、34⑯ 出願人 ケルンフォルシュング ドイツ連邦共和国、ユーリツヒ (番地無し)
スアンラーゲ・ユーリ
ツヒ・ゲゼルシャフ
ト・ミト・ベシュレン
クテル・ハフツング

⑯ 代理人 弁理士 江崎 光好 外1名

明細書

1. 発明の名称

強磁性薄膜を用いた磁場センサ

2. 特許請求の範囲

1. 薄膜と、磁気記憶したデータを読み取る付属電流接触子と、電圧接触子とを保有する磁場センサにおいて、
中間層 (C) によって分離している少なくとも二枚の強磁性薄膜 (A, B) は、外部磁場 (H_b^1 , H_b^2) の作用なし又はありの下で、両強磁性薄膜の磁化方向が一方向に反平行になるような作用をする材料から構成され、その場合、中間層 (C) は電子の平均自由行程より小さい厚さを有し、強磁性薄膜との境界面でスピノン方向に依存する電子散乱が生じる作用を及ぼす材料から構成されていることを特徴とする磁場センサ。

2. 強磁性薄膜 (A, B) に対して、保磁力 H_b の異なる材料が使用されていることを特徴とする請求項1記載の磁場センサ。

3. 適当な方法で添加した Fe, Ni, Co 及びそれ等の合金のような遷移する金属が使用されていることを特徴とする請求項2記載の磁場センサ。
4. 両強磁性薄膜の一方に隣接する反強磁性材料の付加的な薄膜 (D) が使用されていることを特徴とする請求項1記載の磁場センサ。
5. 強磁性薄膜 (A, B) に対しては、Fe, Ni, Co 及びそれ等の軟磁性合金のような材料が使用されていることを特徴とする請求項4記載の磁場センサ。
6. 中間層 (C) に対しては、厚さ 1 ~ 10 nm の Au, Cr, V, Ru のような材料が使用されていることを特徴とする請求項2 ~ 5 のいずれか1項に記載の磁場センサ。
7. 付加的な反強磁性薄膜 (D) に対しては、Mn Fe が使用されることを特徴とする請求項4記載の磁場センサ。
8. 強磁性薄膜 (A, B) に対して、Fe, Ni, Co 及びそれ等の合金のような材料が使用され、中間層 (C) は二つの強磁性薄膜の間の反強磁

性結合を生じ、両方の薄膜が磁気的に反平行になる材料から構成されていることを特徴とする請求項1記載の磁場センサ。

9. 中間層(C)に対して、Cr又はYが使用されることを特徴とする請求項8記載の磁場センサ。

10. 中間層(C)に対して、0.3~2 nmの厚さが使用されることを特徴とする請求項8記載の磁場センサ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、強磁性薄膜を用いた磁場センサと、磁気記憶データを読み取るための付属電流・電圧接触子に関する。

〔従来の技術〕

電流Iが流れ、導入している場合には磁気抵抗効果を利用していいる磁気薄膜の磁場センサは公知である。磁場センサの応用分野は、第一に磁気記憶したデータ(例えば、コンパクトディスク、フロッピーディスク、磁気テープ)を読み取ること

圧接触子とを保有する磁場センサであって、中間層によって分離している少なくとも二枚の強磁性薄膜は、外部磁場の作用なし又はありの下で、両強磁性薄膜の磁化方向が一方向に反平行になるような作用をする材料から構成され、その場合、中間層は電子の平均自由行程より小さい厚さを有し、強磁性薄膜との境界面でスピン方向に依存する電子散乱が生じる作用を及ぼす材料から構成されていることによって解決されている。

〔作用・効果〕

この発明による多層膜を用いて、測定信号の上昇は少なくとも3倍になる。

この発明による考えは、測定信号を発生させる磁気抵抗の変化が伝導電子の磁気的な散乱に起因していることを利用している。このことは、磁性薄膜を流れる電子の磁気モーメントが揃うことに基いている。磁気薄膜構造にあっては、ここで考慮しているように、電子の散乱、従って電気抵抗が磁化の反平行に揃うことによって増大する。この効果は磁化方向に平行又は反平行のスピンの向

にあるが、磁場を高位置分解能で検出することを問題にする全ての応用にもある。

データ記憶部から出る磁場の影響によって、磁場センサの磁化方向又は磁区構造が変化する。このことは、所謂非等方磁気抵抗効果のため電気抵抗の変化、従って電圧降下Uをもたらす。このようにして得られた電気信号は、公知の手段で更に処理される。個々のフィルム(たいていパーマロイ製)の場合では、測定信号が依存する磁気抵抗の変化は、最大約3%になる。実際には、測定信号の良さはもっぱら信号・雑音比に依存している。それにもかかわらず、測定信号が大きくなるこも望ましい。

〔発明の課題〕

それ故、この発明の課題は、磁気抵抗の変化、従って測定信号が従来の公知磁場センサよりも大きくなる磁場センサを提供することにある。

〔課題の解決〕

上記の課題は、この発明により、薄膜と、磁気記憶したデータを読み取る付属電流接触子と、電

きを有する電子の散乱レートが異なることに起因している。スピンの方向に依存する上記の電子散乱は非磁性不純物を含有するバルク磁性材料にあることは、J.W.F. Dorleijn, Philips Repts. Repts. 31, 287, 1976. 又は I.A. Campbell and A. Fert in "Ferromagnetic Materials", Vol. 3 ed. by E.P. Wohlfarth, North-Holland Publ. Comp., 1982 から公知である。そこでは、不純物での電子の散乱は、両方のスピン配列に対して異なる。散乱レートの比に対する数値は、前記文献から読み取れる。この発明による層構造では、非磁性中間層がバルク材料の不純物と同じ役割を演ずる。散乱は今度は境界面で行われる。効果の類似性のため、合金から周知のデータを選択に適する層構造の材料組み合わせに利用できる。

その外、層構造の場合では隣接する磁性薄膜の磁化方向の間の角度を変えることのできる可能性が生じる。両方のスピン方向に対して非常に異なる散乱レートを境界面で発生させる材料を中間層に選んだと仮定しよう。強磁性薄膜が平行に配列

していれば、或るスピン方位の電子のみが散乱する。磁化方向が反平行である場合には、両方のスピン方位の電子が強く散乱され、電気抵抗が上昇する。従って、センサに利用サレル強磁性薄膜の磁化方向の間の角度 ϕ に依存する抵抗効果が生じる。この場合、信号場 H_s は角度 ϕ 及び電気抵抗を変える。

隣接する強磁性薄膜の磁化方向が互いに回転している薄膜構造は、既に公知であるが他の理由から磁場センサとして特に興味がある。部分的に反平行に整列させることによって、センサ端部の散乱場が減少するので、端部磁区を防止できる。このことは、検出器雑音を低減し、S/N比に好ましい効果を与える。それ故、磁化方向を所望の方向に整列させるための処置は、公知であり従来技術に属する。これ等の場合、中間層を充分厚く選ぶことが典型的であるので、磁性薄膜の結合はない。この発明は、上記の場合新しい磁気抵抗の助けで信号の増大に導く使用材料に関する。一般的な場合使用されている規則は、中間層でスピン配

列に電子散乱が強く依存する材料の組み合わせを使用することにある。散乱レートに対する値は前記文献から読み取れる。

この発明によれば、互いに回転した磁化整列を実現する新しい可能性が得られる。この可能性は反強磁性中間層結合の効果を利用し、同時にスピンの向きに依存する電子散乱によってこの効果と抵抗効果を示す材料が与えられる。

磁化を反平行整列 ($\phi = 180^\circ$) に、しかもこの磁化が信号磁場 H_s に対して垂直なように調節したとき、センサが動作している間、最適角度 ϕ を H_s に適当なバイアス磁場 H_b^2 が重なるようにして達成できる。 $\phi = 0^\circ$ の信号 H_s による抵抗変化が充分大きければ、バイアス磁場 H_b^2 は不要である。しかし、センサを使用する前に反平行の整列を行うために他のバイアス磁場 H_b^1 を使用する必要がある。ここでは、上記バイアス磁場はセンサ面に平行で、 H_s の方向に対して垂直に作用すると仮定している。

磁場センサの第一の実施例では、異なる保磁力

H_c を有する材料の複数の強磁性薄膜が使用される。その場合、両方の被膜は非磁性の中間層によって連結している。これ等の被膜の磁化が反平行に整列することは、この場合、例えば永久磁石で発生させることのできる外部磁場の一定の値に対して被膜の束の磁化曲線が通過するときに達成される。大きな H_c を有する材料として、強磁性薄膜に対して Fe, Co, Ni の硬質磁性合金が、また小さい H_c を有する材料として、他の強磁性被膜に対して軟磁性連続金属合金、例えばバーマロイが配設してある。中間層の非磁性金属としては、例えば V, Ru, Cr 又は Au を選ぶことができる。中間層の厚さは、伝導電子の平均自由行路以下にする必要がある。最後に述べた磁場センサの作製様式では、1~10 nm の厚さの中間層が有利である。何故なら、これによって磁性薄膜が分離するからである。

この発明による磁場センサの他の実施例では、中間層で分離した強磁性薄膜が使用されている。この場合、強磁性薄膜の一方に反強磁性の他の層

が隣接している。磁場センサの他の実施例では強磁性体と反強磁性体の間の界面に生じ、反強磁性薄膜に隣接する強磁性薄膜のヒステリシス曲線のそれをもたらす、所謂「交換非等方性」を利用して、外部磁場 H_b^1 を印加して強磁性薄膜の磁化の反平行整列が実現する。

その場合、強磁性薄膜は軟磁性中間金属（例えば、バーマロイ）から構成されている。例えば、Au, Cr, V, Ru から成る中間層の厚さは 1~10 nm であると有利である。

中間層の反強磁性材料は、MnFe であると効果的である。

この発明による磁場センサの次の実施例は、特許請求の範囲第 8 項に開示されている。この場合には、強磁性被膜の磁化を反平行に整列させることは反強磁性結合によって行われる。ここでは、中間層は主として Cr 又は Y で構成される。この中間層の厚さは 0.3~2 nm の範囲にある。この中間層は主として単結晶で、通常製造方法により結晶が成長する被膜も単結晶である。

当然なことであるが、磁場センサの種々の前記実施例の特徴を組み合わせることができる。

(実施例)

この発明による磁場センサを図面に模式的に示し、以下により詳しく説明する。

第1図に示すこの発明による磁場センサは、被膜の束1、電流Iに対する電流接觸子2及び測定電圧Uに対する電圧接觸子3から構成されている。薄膜の束1は非磁性中間被膜で分離された二枚の強磁性被膜で構成されている。この強磁性被膜の二つの磁化方向7は、白い矢印と黒い矢印で示してある。両方の磁化は互いに一定角度回転している。信号を授受する場合、センサはデータ記憶器4に対して移動する。この移動方向は5で示してある。その場合、データキャリヤから生じた磁場(湾曲した矢印6)によって、角度 μ が変化する。このことは、センサの電気抵抗の変化に繋がり、センサに検知された電圧を介して測定信号が発生する。

第2図には、センサの先端部の図面が示してあ

る。M₁とM₂は西方の強磁性被膜の磁化であり。H₁は μ の正しい値に調節するため更にバイアス磁場H_b²が重疊している測定信号である。H_b¹は、センサを動作させる前にM₁とM₂の反平行整列を発生させるため使用されるバイアス磁場である。

第3図に示す被膜の束の場合、強磁性薄膜A、Bの反平行磁化整列は異なる二つの方法で発生する。中間層Cが充分厚い場合、適当なバイアス磁場H_b¹によって、M₁とM₂の反平行整列は、二つの被膜AとBが異なるH_cを有することによって実現させることができる。適当な中間層材料Cでは、反平行整列が反強磁性中間結合によっても実現する。

第4図には、この発明による磁場センサの他の実施例の薄膜列が示してある。この場合、薄膜A、BとCの外に、反強磁性材料(例えば、MnFe)製の他の被膜Dが使用される。被膜A、Bは、例えばバーマロイであり、被膜Cの材料は、例えば厚さ約5nmのAu又はRuである。この場合、被膜

Bのヒステリシスは、交換非等方性効果によって、バイアス磁場H_b¹を介して再び反平行状態が生じるようにされる。

4. 図面の簡単な説明

第1図、磁気記憶体を有するこの発明によるじばセンサの模式図。

第2図、バイアス磁場H_b¹とH_b²及び信号磁場H_cを有するセンサの平面図。

第3図、中間層Cによって分離した強磁性被膜A、Bの断面図。

第4図、反強磁性被膜Dを更に保有する薄膜配置の断面図。

図中引用記号:

- 1 . . . 薄膜の束、
- 2 . . . 電流接觸子、
- 3 . . . 電圧接觸子、
- 4 . . . データ記憶体、
- 5 . . . 運動方向、
- A, B . . . 被膜、
- C . . . 中間層、

H_c . . . 測定磁場、

I . . . 電流、

U . . . 測定電圧。

代理人 江崎光好

代理人 江崎光史

図面の净書(内容に変更なし)

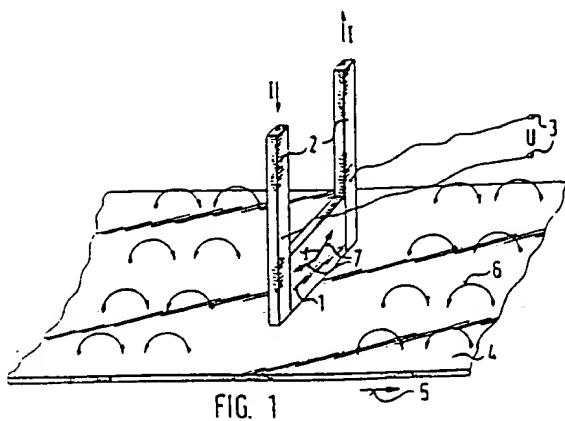


FIG. 1

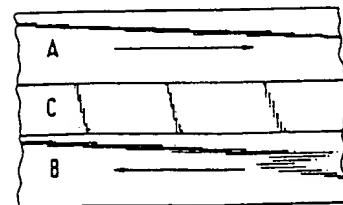


FIG. 3

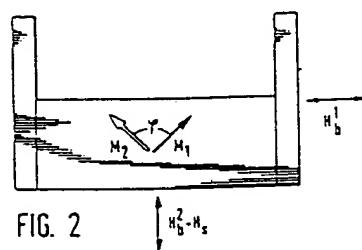


FIG. 2

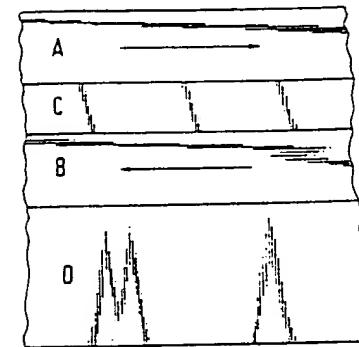


FIG. 4

手 纸 補 正 書 (方 丈)

平成 1 年 8 月 4 日

特許庁長官 吉田文毅 殿

1. 事件の表示

昭和 1 年特許願第 152456 号

2. 発明の名称

強磁性薄膜を用いた磁場センサ

3. 補正をする者

事件との関係 出願人

名 称 ケルシファルシュニグスアンラ-ゲ-ユーリフヒ-ゲゼル
氏 名 シヤフト・ミト・ペシュレンフナウ・ハフツング

4. 代理人

住 所 東京都港区虎ノ門二丁目 8 番 1 号 (虎の門虎ノ門ビル)

電話 03 (502) 1476 (148)

氏 名 代理士 (4013) 江崎光好
は か し よ し ひ こ

5. 補正命令の日付

平成 1 年 月 日

6. 補正の対象

願書の発明者及び出願人の欄 委任状 明細書の箇所 (内容

に変更なし) 図面の净書 (内容に変更なし)



7. 補正の内容

別紙の通り